

ブロッキングと成層圏突然昇温との関連についての解析的研究

On the relationship between tropospheric blocking and stratospheric sudden warming

風本 圭佑・向川 均

Keisuke Kazamoto, Hitoshi Mukougawa

The dynamical relationship between tropospheric blocking events and major stratospheric sudden warming events (SSWs) in early winter is examined by using JRA-25/JCDAS data sets. In particular, the SSW occurring in December 2001 is examined by 1-month ensemble forecast data sets provided by the Japan Meteorological Agency. It is found that there are two major factors in the SSWs. One is an anomalous amplification of zonal wave number (WN) 1 planetary wave synchronized with its climatological component in advance. The other is an occurrence of blocking event over the Euro-Atlantic sector. These two factors are indispensable to the enhancement of the upward propagation of WN1 wave activity over the threshold for the occurrence of the SSW.

1. はじめに

冬の成層圏循環における最も顕著な現象である成層圏突然昇温 (SSW) は, Matsuno (1971) により, 対流圏から上方伝播する大振幅惑星規模波と成層圏帯状流との相互作用で基本的には理解できることが示されている。しかしながら, SSW の発生時にしばしば観測される, 対流圏での惑星規模波の増幅機構を矛盾なく説明する理論は存在しない (Andrews *et al.* 1987)。一方, SSW 発生時にしばしば対流圏においてブロッキングが出現することから, ブロッキングは, 対流圏での惑星規模波の増幅と関連していると考えられている。ブロッキングと SSW との関係を統計的に解析した研究 (e.g. Quiroz, 1986) はあるが, 事例解析について個々のブロッキングと惑星規模波の増幅, 及び SSW との関係について詳しい解析は行われていない。そこで, 本研究では, JRA-25/JCDAS データセットを用いて, 初冬のブロッキングと SSW との力学的な関係を調べた。また, 2001 年 12 月の SSW について, 一ヶ月アンサンブル予報実験結果の解析を行った。

2. データ

JRA-25 再解析/JCDAS の日平均データを用いた。期間は 1979 年から 2006 年までの 11 月から 1 月, 水平解像度は 1.25 度, 鉛直レベルは 1000hPa から 0.4hPa までの 23 層である。移動性擾乱の影響を取り除くため解析する各変数には, 8 日をカットオフ周期とする Lanczos low-pass filter (17 項) (Duchon, 1979) を施した。また, 13 メンバーからなる一ヶ月アンサンブル予報実験結果 (初期値: 毎週水曜と木曜) を用いた。

3. 結果

まず, SSW とブロッキングの検出を行った。その結果, 北太平洋域のブロッキング発生直後には, SSW は生じないことが示された。そこで, 北大西洋域のブロッキングの発生と SSW 発生との関連を, 以下の 3 事例の比較することにより, 詳しい解析を行った。事例 (a): SSW と, その直前に北大西洋域でブロッキングが発生した (2001 年 12 月)。事例 (b): SSW と, その直前に事例 (a) と同じ経度で弱いブロッキングが発生した (1998 年 12 月)。事例 (c): 北大西洋域で顕著なブロッキングのみ発生した (1989 年 12 月)。

事例 (a), (b), (c) の比較から, SSW 発生には, まず対流圏で気候場に比べ振幅の大きな波数 1 成分 (以下基本場と呼ぶ) が存在することと, 北大西洋域で顕著なブロッキングが発生することが必要であることが示された。これは, このブロッキングと基本場との線型相互作用により, SSW 発生の原因である波数 1 に伴う波活動度フラックスの上向き成分の強化が引き起こされるためである。

最後に, 事例 (a) について, 一ヶ月アンサンブル予報実験結果の解析を行った。その結果, 成層圏下層における波数 1 の波活動度フラックスの時間積分値に, SSW 発生に必要な閾値が存在することが示唆された。また回帰分析によって, SSW と対流圏ブロッキングに対応する偏差場との間に統計的に有意な関係があることを確認した。これらの結果は, 事例解析で得られた結論を支持している。